

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 213469

(43) 公開日 平成10年(1998)8月11日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

G 0 1 F 1/68

G 0 1 F 1/68

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-16359

(22) 出願日 平成9年(1997)1月30日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(71) 出願人 000006932

リコーエレメックス株式会社

名古屋市中区錦二丁目2番13号

(71) 出願人 000115739

リコー精器株式会社

東京都大田区大森西1丁目9番17号

(72) 発明者 堀口 浩幸

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

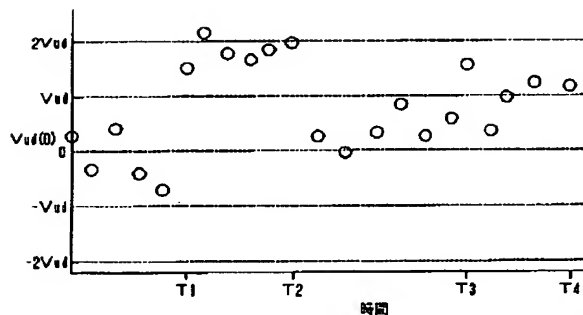
(74) 代理人 弁理士 柏木 明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 感熱式フローセンサの特性補償方法

(57) 【要約】

【課題】 感熱式フローセンサに要求される精度を長期に渡って維持できるようにする特性補償方法を提供する。

【解決手段】 流体の流れの上流側に位置する上流側発熱体の電圧 V_u と下流側に位置する下流側発熱体の電圧 V_d とこれらの電圧差 $V_{ud} = V_u - V_d$ とに基づき流体の流量を測定する感熱式フローセンサにおいて、電圧差 V_{ud} の値が或る閾値よりも小さいときには流量零と見做すための閾値 $\pm V_{du}(0)$ を予め記録しておき、感熱式フローセンサから出力される電圧差 V_{ud} の値に基づき流量が零或いは零近辺であると判断されるときにはその電圧差 V_{ud} の値を随時記録し、記録されたこれらの電圧差 V_{ud} の値の時間変化が系統的な変化と判断された場合にはこれらの電圧値 V_{ud} の値に基づき流量零と見做すための新たな閾値を決定して更新記録するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体の流れの上流側に位置する上流側発熱体の電圧 V_u と下流側に位置する下流側発熱体の電圧 V_d とこれらの電圧差 $V_{ud}=V_u-V_d$ とに基づき流体の流量を測定する感熱式フローセンサにおいて、前記電圧差 V_{ud} の値が或る閾値電圧よりも小さいときには流量零と見做すための閾値電圧を予め記録しておく、

前記電圧差 V_{ud} の値に基づき流量が零或いは零近辺であると判断されるときにはその電圧差 V_{ud} の値を随時記録し、

記録されたこれらの電圧差 V_{ud} の値の時間変化が系統的な変化と判断された場合にはこれらの電圧値 V_{ud} の値に基づき流量零と見做すための新たな閾値電圧を決定して更新記録するようにしたことを特徴とする感熱式フローセンサの特性補償方法。

【請求項2】 流体の流れの上流側に位置する上流側発熱体の電圧 V_u と下流側に位置する下流側発熱体の電圧 V_d とこれらの電圧差 $V_{ud}=V_u-V_d$ とに基づき流体の流量を測定する感熱式フローセンサにおいて、電圧差 V_{ud} と流量との関係式を予め算出して記録しておく、

前記関係式に基づき算出された流量が零或いは予め設定された或る一定の流量であると判断されるときにはそのときの電圧差 V_{ud} の値を随時記録し、

記録されたこれらの電圧差 V_{ud} の値の時間変化が予め設定された設定値以上である場合にはこれらの電圧差 V_{ud} の値に基づき補正された前記関係式を算出して更新記録するようにしたことを特徴とする感熱式フローセンサの特性補償方法。

【請求項3】 流体の流れの上流側に位置する上流側発熱体の電圧 V_u と下流側に位置する下流側発熱体の電圧 V_d とこれらの電圧差 $V_{ud}=V_u-V_d$ とに基づき流体の流量を測定する感熱式フローセンサにおいて、電圧差 V_{ud} と流量との関係を複数の1次直線の折れ線で近似しその1次直線に関する関係式を予め記録しておく、

前記関係式に基づき算出された流量が零或いは前記1次直線の交点の流量又は最大測定流量値であると判断されるときにはそのときの電圧差 V_{ud} の値を随時記録し、記録されたこれらの電圧差 V_{ud} の値の時間変化が予め設定された設定値以上である場合にはこれらの電圧差 V_{ud} の値に基づき前記1次直線の関係式の係数を補正して更新記録するようにしたことを特徴とする感熱式フローセンサの特性補償方法。

【請求項4】 上流側発熱体及び下流側発熱体の熱的影響を受けない位置に配設されて環境温度を測定する測温抵抗体を有し、電圧差 V_{ud} と流量との関係を複数の1次直線の折れ線で近似してその1次直線の関係式の係数の温度依存性を予め記録しておく、

前記測温抵抗体の出力値に基づき前記1次直線の関係式の係数を補正するようにしたことを特徴とする請求項1、2又は3記載の感熱式フローセンサの特性補償方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流体の流れにより冷却される発熱体の電圧変化を利用して流量を測定する感熱式フローセンサの特性補償方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、フルイディック流体素子を用いた流量計が従来の積分型の膜式メータに代わる次世代のガスメータとして盛んに研究されている。しかしながら、フルイディック流体素子は、150[L/H]（“L”はリットルを示す；以下同じ）以下の低流量は測定できないので、低流量域測定用流量計としてマイクロブリッジ上に流体に晒される発熱体を配した感熱式フローセンサが用いられている。

【0003】このような感熱式フローセンサに関しては、一般に、ほぼ0～150L/Hの流量に関して±1～±5[L/H]の精度で測定できることが要求されている。さらに、ガスメータを屋外で10年間という長期に渡って電池で駆動する必要上、感熱式フローセンサに関しては、-20～+70℃なる環境条件下で10年間に渡って要求される精度を維持する必要がある。このためには、極めて微小なフローセンサの流量零での出力値のドリフト（ゼロドリフト）或いは感度の変動は無視することができず、何らかの方法で補償する必要がある。

【0004】このような感熱式フローセンサのゼロドリフトを補償する対応策が幾つか提案されている。例えば、実開平1-87209号公報によれば、発熱体への電力供給を周期的に停止して基準状態を作ることによって測定信号に対する誤差信号を求めるようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような対応策によると、発熱体が室温である場合の回路と、発熱体が測定状態にあつて流量零である場合の回路とは、発熱体の抵抗値等が異なるために同一回路ではなく、発熱体への電力供給を停止したときの信号出力は測定時の流量零の信号の近似値に過ぎず、厳密な意味でのゼロドリフト補償はできないものである。ちなみに、感熱式フローセンサ素子並びにその駆動回路を測定流量の精度、例えば、流量で1[L/H]相当の信号出力を超えるようなドリフトを短期間抑え込むまでに作り込むことは可能であるものの、10年間といった長期に渡ってドリフトを1[L/H]相当の信号出力以下に抑えることは非常に困難であり、システムの補償する必要がある。

【0006】この点、特開平3-53128号公報によれば、発熱体のオン時とオフ時のオフセット電圧の差を別電源で補正するようにしている。しかし、この方式に

においても、発熱体の経時変化により抵抗値が変化するので、結果として、発熱体温度も変化し、感度に変化する現象や環境温度の変動による感度の変化までは補償することができない。

【0007】そこで、本発明は、感熱式フローセンサを例えば10年間という長期に渡って要求精度の維持を要するガスメータ等に適用するに当り、その要求精度を維持できるようにするための感熱式フローセンサの特性補償方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、流体の流れの上流側に位置する上流側発熱体の電圧 V_u と下流側に位置する下流側発熱体の電圧 V_d とこれらの電圧差 $V_{ud} = V_u - V_d$ とに基づき流体の流量を測定する感熱式フローセンサにおいて、前記電圧差 V_{ud} の値が或る閾値電圧よりも小さいときには流量零と見做すための閾値電圧を予め記録しておき、前記電圧差 V_{ud} の値に基づき流量が零或いは零近辺であると判断されるときにはその電圧差 V_{ud} の値を随時記録し、記録されたこれらの電圧差 V_{ud} の値の時間変化が系統的な変化と判断された場合にはこれらの電圧値 V_{ud} の値に基づき流量零と見做すための新たな閾値電圧を決定して更新記録するようにした。

【0009】感熱式フローセンサは瞬時流量、即ち、流速を測定するものであり、流量は測定値（流速）に或る時間を掛けることにより決定される。また、感熱式フローセンサを電池駆動のガスメータ等に応用する場合、感熱式フローセンサを絶えず駆動すると電池の消耗が激しく、例えば、10年間もの長期に渡って電池交換なしとするとは不可能となるので、現実には、感熱式フローセンサを数秒間に1回駆動させて流速を測定する、という間欠駆動方式とせざるを得ない。従って、流量は瞬時値から推定することになる。このような間欠方式の場合、従来の積分型の膜式メータと比べると誤差を有するが、現実問題としては、その誤差は感熱式フローセンサの測定流量域（低流量域）では僅かであり、ガス等の課金体系が揺らぎ社会問題となるようなことはない。また、測定誤差を考えた場合、感熱式フローセンサで流量零を厳密に測定することは非常に困難である。そこで、例えば、流量1[L/H]以下の場合には流量零と見做しても間欠方式の誤差に比べるとさらに小さい誤差であるので、社会的にも許容される。従って、本発明においては、まず、1[L/H]のような流量に対応する感熱式フローセンサの所定の出力以下となるセンサ出力に対してはその流量を零と見做すことを前提とする。このため、個々の感熱式フローセンサにおいて、流量零の値及び感度を測定して、電圧差 V_{ud} の値が或る閾値電圧よりも小さいときには流量零と見做すための閾値電圧を予め記録しておく。一方、感熱式フローセンサの測定対象とする低流量域の測定においては出力値のドリフトが問

題となるが、このようなゼロドリフトを補償するため、流量零においては感熱式フローセンサの出力が短期的には変動しないことを利用する。即ち、予め記録された閾値電圧以下であることを利用する。そこで、このような閾値電圧の数倍の範囲に含まれるようなセンサ出力（電圧差 V_{ud} ）を経時的に随時記録する。経時的に随時記録することにより、その前後の状況から、実際に流体が流れた結果生じた電圧変動であるか、或いは、流量零のときの出力のドリフト（ゼロドリフト）であるかを判別できるので、ゼロドリフトであると判断された場合には流量零と見做すための新たな閾値電圧を決定して更新記録することにより、長期に渡ってゼロドリフトが補償される。

【0010】請求項2記載の発明は、流体の流れの上流側に位置する上流側発熱体の電圧 V_u と下流側に位置する下流側発熱体の電圧 V_d とこれらの電圧差 $V_{ud} = V_u - V_d$ とに基づき流体の流量を測定する感熱式フローセンサにおいて、電圧差 V_{ud} と流量との関係式を予め算出して記録しておき、前記関係式に基づき算出された流量が零或いは予め設定された或る一定の流量であると判断されたときにはそのときの電圧差 V_{ud} の値を随時記録し、記録されたこれらの電圧差 V_{ud} の値の時間変化が予め設定された設定値以上である場合にはこれらの電圧差 V_{ud} の値に基づき補正された前記関係式を算出して更新記録するようにした。10年間といった長期の使用においては、感熱式フローセンサの感度も変化する可能性があるが、本発明によれば、予め設定された或る一定の流量に関してもそのセンサ出力（電圧差 V_{ud} ）を経時的に随時記録し、その時間変化が設定値以上に大きければ感度に変動があったものと判断して電圧差 V_{ud} と流量との関係式を補正して更新記録することにより、長期に渡って感熱式フローセンサの感度の変動が補償される。

【0011】請求項3記載の発明は、流体の流れの上流側に位置する上流側発熱体の電圧 V_u と下流側に位置する下流側発熱体の電圧 V_d とこれらの電圧差 $V_{ud} = V_u - V_d$ とに基づき流体の流量を測定する感熱式フローセンサにおいて、電圧差 V_{ud} と流量との関係を複数の1次直線の折れ線で近似しその1次直線に関する関係式を予め記録しておき、前記関係式に基づき算出された流量が零或いは前記1次直線の交点の流量又は最大測定流量値であると判断されたときにはそのときの電圧差 V_{ud} の値を随時記録し、記録されたこれらの電圧差 V_{ud} の値の時間変化が予め設定された設定値以上である場合にはこれらの電圧差 V_{ud} の値に基づき前記1次直線の関係式の係数を補正して更新記録するようにした。従って、請求項2記載の発明の場合と同様に長期に渡って感熱式フローセンサの感度の変動が補償されるが、そのために、請求項2記載の発明の場合のように精度を上げる上でかなり多くの経時変化を記録しておく必要がなく、

電圧差 V_{ud} と流量との関係を複数の1次直線の折れ線で近似することにより簡便となり、CPUやメモリ等の負担を軽減できる。

【0012】請求項4記載の発明は、請求項1、2又は3記載の感熱式フローセンサの特性補償方法において、上流側発熱体及び下流側発熱体の熱的影響を受けない位置に配設されて環境温度を測定する測温抵抗体を有し、電圧差 V_{ud} と流量との関係を複数の1次直線の折れ線で近似してその1次直線の関係式の係数の温度依存性を予め記録しておき、前記測温抵抗体の出力値に基づき前記1次直線の関係式の係数を補正するようにした。従って、センサ出力（電圧差 V_{ud} ）と流量との関係を複数の1次直線の折れ線で近似してその1次直線の関係式の係数の温度依存性を予め記録しておき、環境温度に応じて各々の1次直線の関係式の係数を補正するので、環境温度に対する流量の補償も簡便に実行される。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態を図面を参照して説明する。まず、本実施の形態に用いられる感熱式フローセンサの一例を図1に示す。この感熱式フローセンサ1は、例えばシリコン基板2上に堀3によって橋4を形成し、この橋4上に2つの発熱体5を薄膜抵抗体により形成したものである。従って、これらの発熱体5は流体の流れ中に晒される。これらの発熱体5の内、一方が矢印で示す流体の流れの上流側に位置する上流側発熱体5uとされ、他方が下流側に位置する下流側発熱体5dとされている。また、これらの上流側発熱体5u及び下流側発熱体5dの熱的影響を受けない位置、例えば、上流側の隅部に環境温度を測定する測温抵抗体6が薄膜形成されている。この感熱式フローセンサ1は、ガスメータ用に適用されている。

【0014】このような感熱式フローセンサ1は、上流側発熱体5uの電圧 V_u と下流側発熱体5dの電圧 V_d とこれらの電圧差 $V_{ud}=V_u-V_d$ とに基づき流体の流量を測定することを基本とする。ここに、感熱式フローセンサ1は瞬時流量、即ち、流速を測定するものであり、流量は測定値（流速）に或る時間を掛けることにより決定される。また、感熱式フローセンサ1を電池駆動のガスメータに適用する場合、感熱式フローセンサ1を絶えず駆動すると電池の消耗が激しく、例えば、10年間もの長期に渡って電池交換なしとすることは不可能であり、現実には、感熱式フローセンサ1を数秒間に1回駆動させて流速を測定する、という間欠駆動方式とせざるを得ない。従って、流量は瞬時値から推定する。このような間欠方式の場合、従来の積分型の膜式メータと比べると誤差を有するが、現実問題としては、その誤差は感熱式フローセンサ1の測定流量域（低流量域）では僅かであり、ガスの課金体系が揺らぎ社会問題となるようなことはない。また、測定誤差を考えた場合、感熱式フローセンサ1で流量零を厳密に測定することは非常に困難

である。そこで、例えば、ガス流量1〔L/H〕以下の場合には流量零と見做しても間欠方式の誤差に比べるとさらに小さい誤差であるので、社会的にも許容される。

【0015】従って、本実施の形態においては、まず、ガス流量1〔L/H〕のような流量に対応する出力（電圧差 $V_{ud}(0)$ ）以下となる感熱式フローセンサ出力に対してはその測定流量を零と見做すことを前提とする。このため、個々の感熱式フローセンサ1において、流量零の値及び感度を測定して、電圧差 V_{ud} の値が或る閾値電圧よりも小さいときには流量零と見做すための閾値電圧を予めメモリに記録しておく。この場合、センサ出力（電圧差 V_{ud} ）はノイズ等により流量零近辺で負の値を取ることも予想されるので、或る閾値電圧値としては $\pm V_{ud}(0)$ とするのが实际的である。ちなみに、ここでは流量1〔L/H〕以下を流量零と見做す例で説明するが、或る閾値電圧を決定する上で流量零と見做す範囲は1〔L/H〕に限らず、例えば、0.5〔L/H〕や1.5〔L/H〕等であってもよく、要は、ガスメータに要求される精度に応じて最終的に決定すればよい。

【0016】一方、感熱式フローセンサ1の測定対象とする低流量域の測定においては出力値のドリフトが問題となるが、このようなゼロドリフトを系統的に補償するため、本実施の形態では、流量零においては感熱式フローセンサの出力が短期的には変動しないことを利用する。即ち、予め記録された或る閾値電圧 $\pm V_{ud}(0)$ 以下であることを利用する。そこで、このような或る閾値電圧 $\pm V_{ud}(0)$ の数倍の範囲に含まれるようなセンサ出力（電圧差 V_{ud} ）を経時的に随時記録する。数倍とする範囲（幅）は、通常、流量零近辺で要求される精度の0.5～1倍程度が望ましい。

【0017】流量零時の感熱式フローセンサ1の出力（電圧差 V_{ud} ）を経時変化を例示する図2を参照すれば、流量零の閾値電圧が1〔L/H〕に相当する出力 $\pm V_{ud}(0)$ であるとし、流量1～10〔L/H〕での測定精度が ± 2 〔L/H〕であるとする、記録する幅としては、 $\pm 2 V_{ud}(0)$ 程度が妥当といえる。

【0018】この図2に示すように流量が零である、或いは、零近辺である（ $\pm V_{ud}(0)$ の範囲内である）出力値 V_{ud} を経時的な出力として随時記録しておけば、その前後の状況から、例えば、時刻T1から時刻T2までは実際にガスが流れたための出力変動（出力増加）であるが、時刻T3から時刻T4へかけての出力変動（出力増加）は感熱式フローセンサ1のゼロドリフトの上昇によるものと判断することができる。このようにゼロドリフトの上昇によると判断された場合には、経時的な変動分を流量零のドリフト $D(0)$ として、流量零と見做すための新たな閾値電圧を $\pm V_{ud}(0)+D(0)$ として決定し、メモリに更新記録する。

【0019】ここに、実際にガスが流れた結果生じた電圧変動であるか、或いは、流量零時の出力のドリフト

(ゼロドリフト)であるかの判断は、例えば、図2中に示す時刻TX以前の数点の平均値と時刻TX以後の数点の平均値との差が $V_{ud}(0)$ よりも大きいか否かによって判断することができる。例えば、時刻T1であればそれ以前の数点の平均値とそれ以後の数点の平均値との差が $V_{ud}(0)$ よりも大きいが、時刻T3であればそれ以前の数点の平均値とそれ以後の数点の平均値との差が $V_{ud}(0)$ よりも小さいので、両者の状況の違いを判別できる。このようにして、ゼロドリフトであると判断された場合には流量零と見做すための新たな閾値電圧 $\pm V_{ud}(0)+D(0)$ を決定して更新記録することにより、センサチップ単体或いは回路単体では実現困難である長期に渡るゼロドリフトを補償することができる。

【0020】また、ガスメータとして使用される本実施の形態のような感熱式フローセンサ1にあっては、10年間もの長期の使用においては、その感度も変化する可能性がある。本実施の形態では、このようなセンサ感度の変動も補償するため、流量零以外にも予め設定された何点かの一定流量について各々のセンサ出力値を経時的に随時記録するようにしている。例えば、当初流量値が或る一定値 $X[L/H]$ と判断されたときの感熱式フローセンサ1の出力電圧値が $V_{du}(X)$ であるとし(この流量と出力電圧値との関係は、工場出荷時にガスメータのメモリに予め書き込まれる関係と等しい)、その後、 $X[L/H]$ と判断される出力電圧値 $V_{du}(X)$ が例えば図3に示すような経時的な変化を示したものとすると、この変動 $\Delta V_{du}(X)$ はセンサのゼロドリフト $D(0)$ と感度の変動 ΔK によるものである。そこで、出力電圧値 $V_{du}(X)$ が予め設定された設定値(或る±閾値電圧であり、各々の定常流量において許容される誤差出力の2倍程度とすればよい)以上に変動した場合にはその電圧値 $V_{du}(X)$ を補償値として記録する。これらの補償値の登録数が或る一定数以上に達したら、それらの補償値を用いて新たにガス流量と感熱式フローセンサ1の出力電圧値 $V_{du}(X)$ との関係式を算出し、その新たな関係式をメモリに更新記録する。従って、感熱式フローセンサ1の感度の変動も10年間といった長期に渡って補償することができる。

【0021】ちなみに、上記のように幾つかの補償値を用いて補正された新たな関係式(検量線)を求め直す際に、その精度を上げるためにはかなり多くの測定点に関して経時変化として記録しておく必要がある。さらに、検量線を求め直すという処理が必要であり、CPUやメモリの負担が大きくなる。このような負担を軽減して、より簡便にする場合であれば、この検量線を複数の1次直線の折れ線で近似し、流量零、1次直線(折れ線)の交点の流量、及び、最大測定流量の各点の出力を随時記録し、それらの値の変動(時間的変化)が予め設定された設定値以上に大きい場合には、各点の出力値に基づき1次直線に関する関係式の2つの係数を補正して更新記

録するようにしてもよい。この方法によれば、CPUやメモリの負担を軽くして低コストにて感度変動を補償することができる。

【0022】ところで、環境温度に対する測定流量の補償について説明する。この補償は、感熱式フローセンサ1の出力となる電圧差 V_{ud} と流量との関係を複数の1次直線の折れ線で近似してその1次直線の関係式の係数の温度依存性を予め記録しておき、測温抵抗体の出力値に基づき1次直線の関係式の係数を補正することにより行われる。

【0023】例えば、測定対象となるガスをプロパンガスとし、環境温度が -20°C 、 25°C 、 70°C の3種類に関するプロパン流量とセンサ出力 V_{ud} との関係を図示すると図4のようになる。これらの関係を、1次直線の関係式

$$\text{流量} = a \cdot V_{ud} + b \quad (a, b \text{ は係数})$$

で折れ線近似した場合のこれらの係数 a 、 b の環境温度依存性を示すと図5(a)(b)のようになる。①②③は折れ線近似により分割された各直線領域を示している。図5(a)(b)から明らかなように、測温抵抗体の出力によって環境温度 T が求まれば、係数 a 、 b は一義的に求まることになる。従って、折れ線近似で分割された各領域①②③毎に $a(T)$ 、 $b(T)$ の値をメモリに記録しておき、環境温度 T を知ることにより1次直線の関係式に関してその係数を補正して更新記録することにより環境温度に対する測定流量を簡便に補償することができる。

【0024】なお、本実施の形態では、プロパンガス等のガスメータに適用される感熱式フローセンサ1の例で説明したが、ガスメータ用に限らず、例えば、エアロコンディショナの風量を制御するための流量センサ用や、燃焼装置の供給空気量を制御するための流量センサ用としても、同様に適用できる。

【0025】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、ガスメータ等に利用される長期使用用の感熱式フローセンサに関して、ゼロドリフトをその長期に渡って補償することができ、要求される測定精度を維持させることができる。

【0026】請求項2記載の発明によれば、感熱式フローセンサの感度が変化した場合にも、長期に渡ってその感度変動を補償することができ、要求される測定精度を維持させることができる。

【0027】請求項3記載の発明によれば、請求項2記載の発明の効果を得る上で、かなり多くの経時変化を記録しておくような必要がなく、CPUやメモリへの負担を軽くして簡便に実現することができる。

【0028】請求項4記載の発明によれば、環境温度に対する流量の補償も行われるので、要求される測定精度をより確実に維持させることができる。

【図面の簡単な説明】

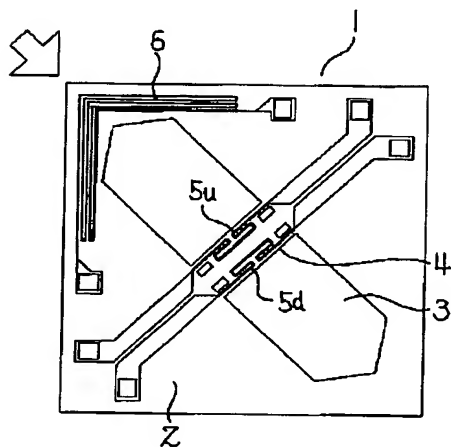
【図1】本発明の実施の一形態に適用される感熱式フローセンサの一例を示す概略平面図である。

【図2】本発明の実施の一形態を説明するための流量零時のセンサ出力の経時変化を示す特性図である。

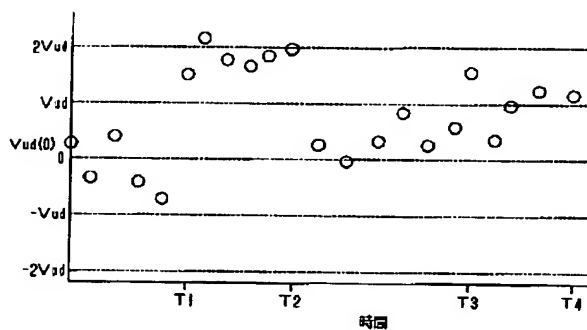
【図3】或る流量 X [L/H]でのセンサ出力の経時変化を示す特性図である。

【図4】環境温度が異なる場合の数種の流量とセンサ出力との関係を示す特性図である。

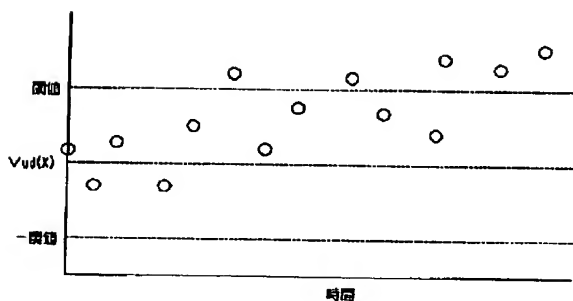
【図1】



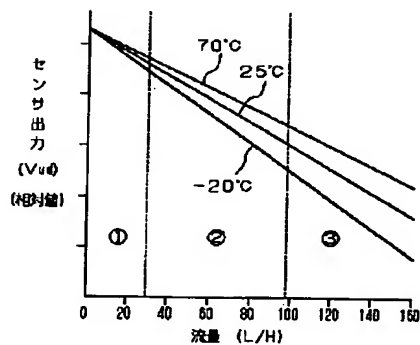
【図2】



【図3】



【図4】

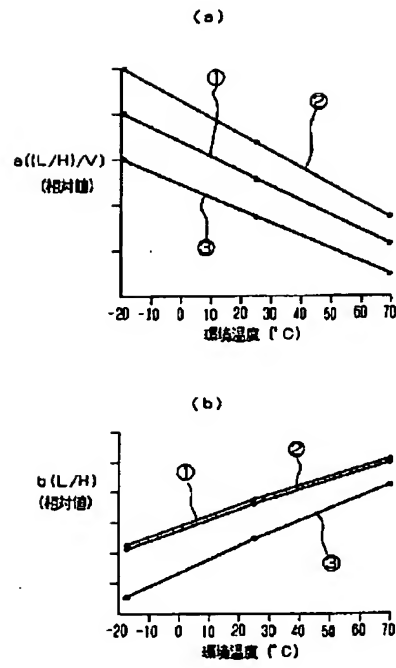


【図5】(a)は係数 a の温度依存性を示す特性図、(b)は係数 b の温度依存性を示す特性図である。

【符号の説明】

- 1 感熱式フローセンサ
- 5 u 上流側発熱体
- 5 d 下流側発熱体
- 6 測温抵抗体

【図5】



THIS PAGE BLANK (USPTO)